PHILIPS

JUNI 1968 - Nr. 7

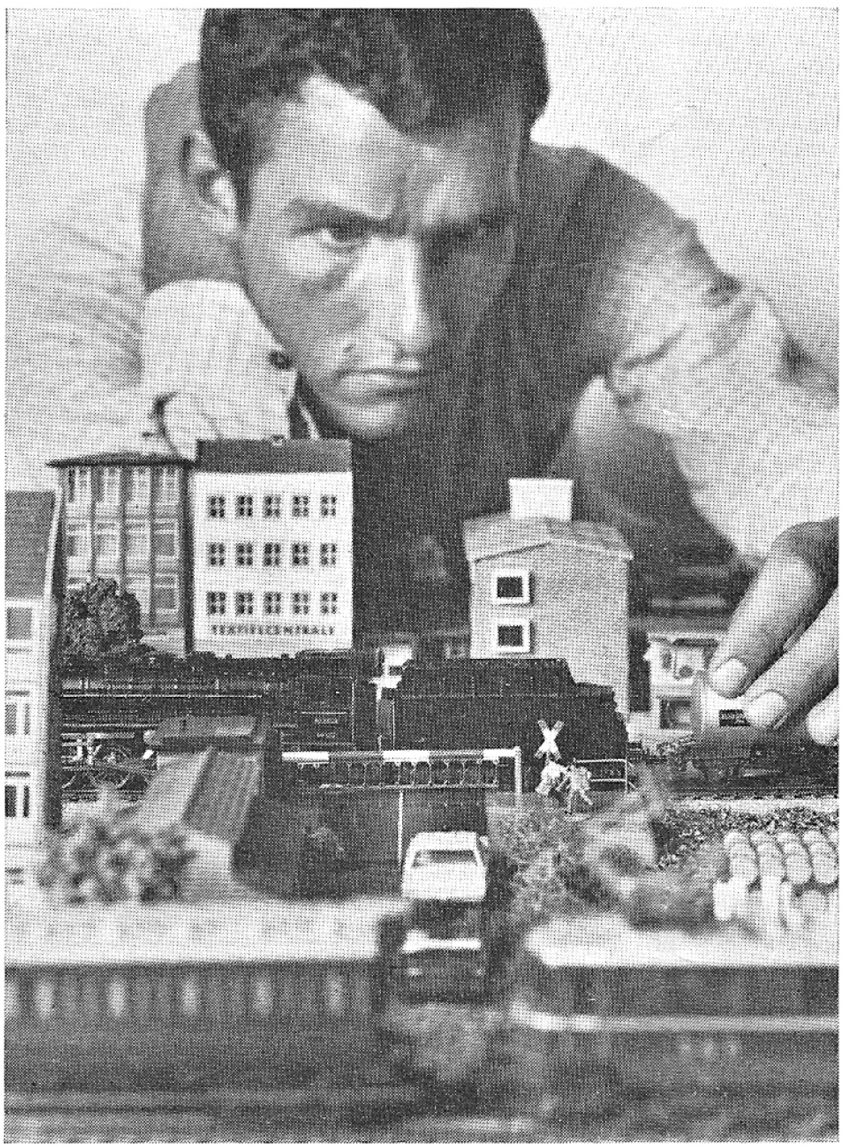
nieuws

VOOR HOBBYISTEN EN RADIOAMATEURS

Correspondentie en abonnementen uitsluitend aan
Nieuwsredactie, Postbus 218, Eindhoven.

UITGAVE: PHILIPS NEDERLAND n.v. — EINDHOVEN

Philips onderdelenpakketten in modelbanen



Knipperlichtcentrales aansluiten op een rijstroomtransformator

De Philips onderdelenpakketten voor knipperlichtcentrales en wisselknipperlichtcentrales worden door tal van modelbouwers en bezitters van modelspoorbanen met veel succes toegepast. Voor sommigen levert de voeding van deze centrales echter nog wel eens problemen op. De knipperlichtcentrales moeten namelijk zoals bijna alle onderdelenpakketten op een gelijkspanning worden aangesloten.

Vrijwel alle transformatoren die voor modelbanen in de handel zijn, hebben een extra wisselspanningsaansluiting, bestemd voor verlichtingsdoeleinden. Meestal is deze wisselspanning 14 V en dus uitstekend geschikt voor de voeding van knipperlichtcentrales mits de schakeling van figuur 1 wordt gebruikt.
In de schakeling van figuur 1 zijn een gelijkrichtdiode (D) van het type BY 100 of BY 126 en een elektrolytische condensator (500 à 2000 μF, 25 V) toegepast, waarmee de wisselspanning van de transformator resp. wordt gelijkgericht en afgevlakt. De resulterende gelijk-

spanning (d.i. de spanning over de condensator) is hoger dan de wisselspanning van de transformator (ongeveer 1,4 maal zo hoog). Een 14 V wisselspanning wordt na gelijkrichting en afvlakking dus een 20 V gelijkspanning (onbelast).
Wanneer een knipperlichtcentrale wordt aangesloten zal deze spanning zakken tot ongeveer 17 V; desondanks verdient het aanbeveling om bij de centrales toch 20 V lampjes toe te passen (of twee 10 V lampjes in serie). Natuurlijk kan voor het voeden van de knipperlichtschakelingen ook een aparte transformator worden gebruikt. Een gloeistroomtransformator (6,3 V of 12 V, 1 A) voldoet hier uitstekend. Na gelijkrichting en afvlakking met de schakeling van figuur 1 levert deze transformator een gelijkspanning van 9 resp. 17 V (onbelast).
In vele gevallen kan ook een goedkope beltransformator worden ge-

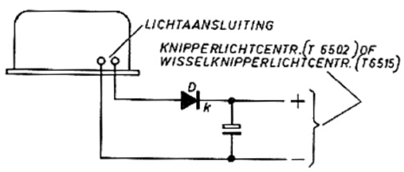


fig. 1. Met deze eenvoudige schakeling wordt de spanning van de lichtaansluiting van de treintransformator gelijkgericht.

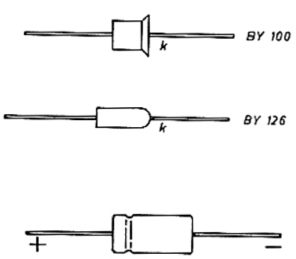


fig. 2. Let bij het aansluiten van de diode en de condensator goed op de juiste stand.

bruikt (meestal 3-5-8 V). Dit type transformator heeft echter het nadeel dat de onbelaste spanning aanzienlijk hoger kan zijn dan de belaste. Let er daarom bij toepassing van een beltransformator goed op dat de maximaal toelaatbare spanningen van transistors en lampjes in de schakeling niet wordt overschreden. Voor het meten van de gelijkgerichte en afgevlakte transformatorspanning kan uitstekend gebruik gemaakt worden van de spanningsmeter, beschreven in het volgende artikel.

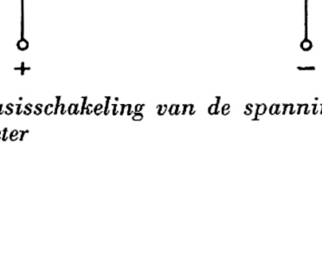
Onmisbaar voor iedere doe-het-zelver

Eenvoudige spanningsmeter

Iedereen die wel eens met elektriciteit gewerkt heeft — of het nu een elektrische trein betreft, een transistorradio of een elektronisch orgel — zal ongetwijfeld wel eens een elektrische spanning hebben willen meten. Vooral wanneer na het zelf bouwen (of zelf repareren) blijkt, dat de schakeling of het apparaat niet goed werkt . . . Zonder meetinstrumenten — en vooral zonder spanningsmeter — zit de zo enthousiast begonnen doe-het-zelver dan met de handen in 't haar. Daarom hier een beschrijving van een heel eenvoudige voltmeter die geschikt is voor het meten van gelijkspanningen in modelspoorbanen, transistorschakelingen enz.

Iedere spanningsmeter bestaat in principe uit een stroommeter in serie met een weerstand (zie afbeelding). De stroommeter (bij voorkeur een draaispoelinstrument) kan worden gekocht in iedere radio-onderdelenzaak; er zijn typen die een volle wijzeruitslag geven bij een stroom van 50 µA, 100 µA, 1 mA, 10 mA enz. De keuze van de stroommeter bepaalt de gevoeligheid (en de prijs!) van de voltmeter. Hoe kleiner de stroom waarbij volle wijzeruitslag optreedt, hoe gevoeliger de meter. Wij zullen hier uitgaan van een gangbaar model, namelijk een draaispoelmeter die bij een stroom van 1 mA vol uitslaat.

Het spanningsbereik van de voltmeter die we gaan maken hangt af van de waarde van de serieweerstand (R). Wanneer onze voltmeter een volle wijzeruitslag moet geven bij 10 V, moet die weerstand zó gekozen worden dat bij aansluiting op een spanning van 10 V een stroom van 1 mA door de meter loopt. Als we de weerstand van de meter zèlf even verwaarlozen (we komen straks hierop terug), dan moet die serie-weerstand dus een waarde hebben van 10 V/1 mA = 10000 Ω.
Wat gebeurt er nu wanneer met deze meter met een bereik van 10

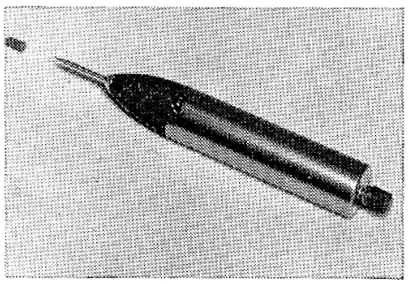


Basisschakeling van de spanningsmeter

V een spanning van bijvoorbeeld 5 V wordt gemeten?
Over de serie-weerstand van 10 000 Ω staat dan 5 V; dus de stroom door de meter is 5 V/10 000 Ω = 0,0005 A = 0,5 mA.
Bij 5 V staat de meter dus precies in het midden van de schaal, m.a.w. de voltmeter is volkomen lineair en de schaal kan gewoon in 10 gelijke delen worden onderverdeeld.
Door inplaats van 10 000 Ω een serie-weerstand van b.v. 30 000 Ω op te nemen, kan het bereik van de voltmeter worden uitgebreid tot 30 V; met een serie-weerstand van 50 000 Ω tot 50 V enz.
Het wordt wat moeilijker wanneer een spanningsbereik nodig is van 1 V of minder. In dat geval kan de weerstand van de stroommeter (meestal 50 à 100 Ω) niet meer verwaarloosd worden omdat de benodigde serie-weerstand verhoudingsgewijs te klein is. De serieweerstand zou immers volgens de tot nu toe gevolgde rekenwijze 1 V/1 mA = 1000 Ω moeten bedragen, zodat de totale weerstand van de voltmeter 1000 + 100 = 1100 Ω is. Bij aansluiting op een spanning van 1 V geeft de meter nu géén volle wijzeruitslag, maar blijft op 0,9 van de schaal staan. Dit is een onnauwkeurigheid van 10%!
Bij deze kleine bereiken moet dus altijd de weerstand van de meter worden afgetrokken van de serieweerstand die volgens de gevolgde rekenwijze nodig zou zijn.
In alle gevallen geldt dat de toegepaste serie-weerstanden nauwkeurig moeten zijn (bij voorkeur ± 1%). Hiervoor kunnen uitstekend Philips precisie koolweerstanden worden gebruikt.

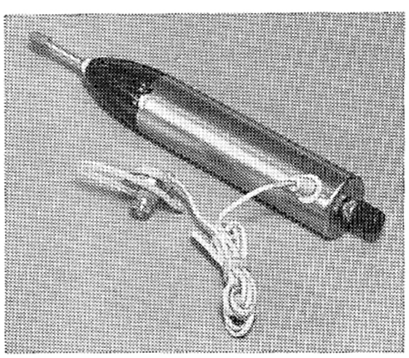
Handige hulpmiddelen voor radio-amateurs en hobbyisten

„Goed gereedschap is het halve werk" zegt een oud Nederlands spreekwoord en iedere technicus of hobbyist zal bevestigen dat dit in onze moderne tijd nog steeds opgaat. Speciaal voor technici die vaak snel en efficient moeten kunnen werken, ontwikkelde Philips een aantal handige hulpmiddelen die in professionele kringen ware tophits zijn. Al deze hulpmiddelen zijn verkrijgbaar bij de radio-onderdelenhandel.



Philips signaalgever

Onmisbaar voor het snel lokaliseren van defecten in radio-ontvangers, versterkers enz. Het apparaatje is zo gedimensioneerd dat het afgegeven signaal nimmer de in de schakelweg voorkomende onderdelen kan beschadigen. Geschikt voor h.f.- en l.f.-versterkers. Ideaal voor combinatie met de Philips signaalzoeker.

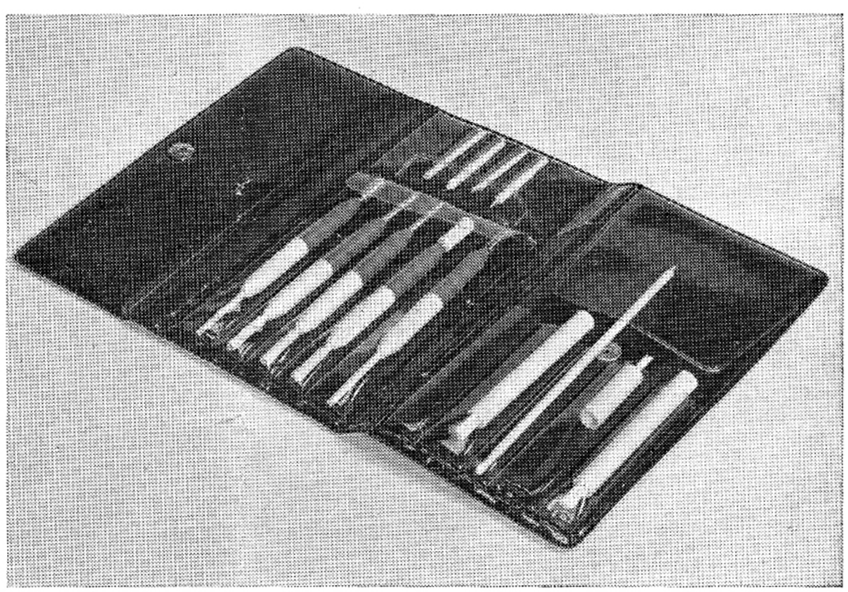


Philips signaalzoeker met oortelefoon

Met deze handige signaalzoeker kan het signaal in elke radio-ontvanger stap-voor-stap worden gevolgd van de antenne-ingang tot aan de luidspreker, dus zowel h.f. als l.f. Ook uitstekend bruikbaar bij het snel lokaliseren van fouten in versterkerinstallaties. Het opsporen van defecten is nu geen probleem meer.

Philips trimset

Voor het afregelen van radio- en TV-toestellen zijn vaak speciale gereedschappen nodig. Gewone metalen schroevedraaiers betekenen immers altijd een extra capaciteit ten opzichte van „aarde" en dus vaak een verloop van de juist zo zorgvuldig ingestelde frequentie. Bovendien is de kans groot dat een niet-passende schroevedraaier beschadigingen aan de spoelen teweeg brengt. De Philips trimset bevat trimschroevedraaiers en -sleutels voor de meest voorkomende spoelen. Zorg daarom altijd dat u deze handige trimset, verpakt in stevig etui, bij het afregelen van elektronische apparatuur bij de hand hebt.

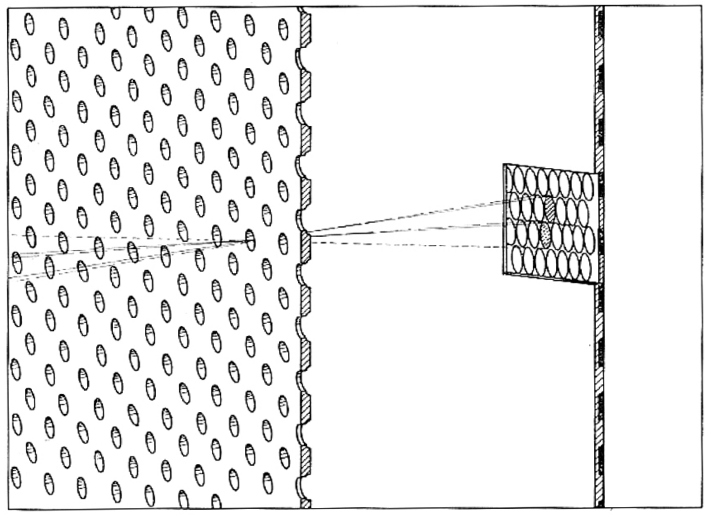




NIEUWE PHILIPS UITGAVE

Van het langzamerhand vermaard geworden boekje „Philips Luidsprekerbehuizingen voor Zelfbouw" is een nieuwe, herziene en uitgebreide druk verschenen. Daarin zijn onder meer bouwtekeningen opgenomen van veertien akoestische boxen en vier basreflexkasten, geschikt voor gebruik met Philips luidsprekers. Ook andere informaties over luidsprekercombinaties, luidsprekeropstellingen voor mono- en stereoweergave, scheidingsfilters, technische gegevens van de luidsprekers en frequentiekarakteristieken zijn in het boekje te vinden. De uitgave is verkrijgbaar bij de handel in radio-onderdelen.

PHILIPS BEELDBUIZEN VOOR KLEUREN-TELEVISIE



Afb. 1

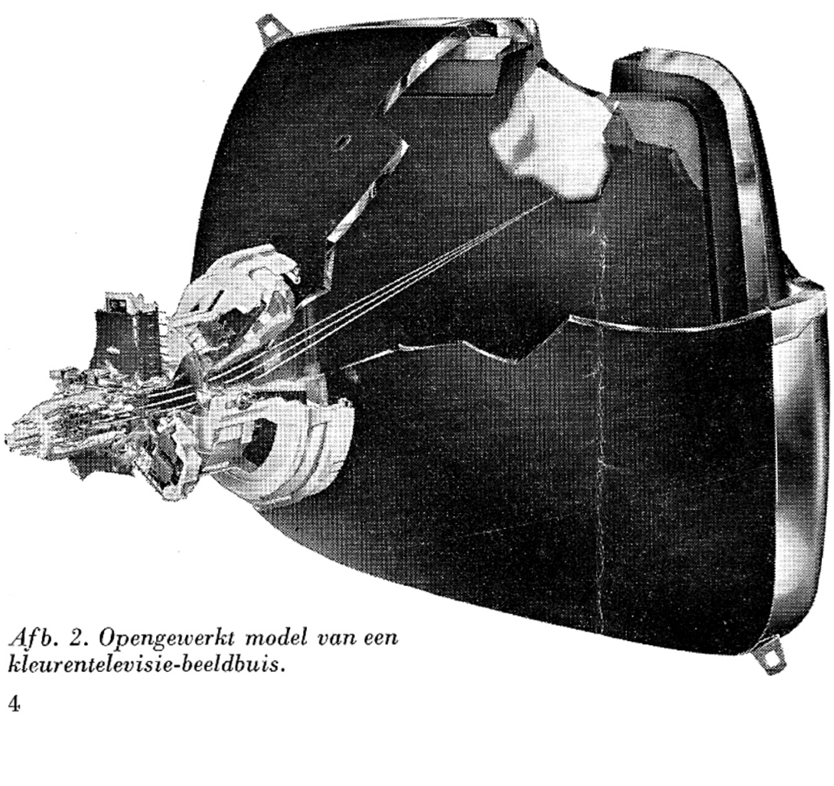
Kleurentelevisie berust op het principe dat uit de drie primaire kleuren door additieve menging bijna alle voorkomende kleuren inclusief zwart en wit kunnen worden verkregen. De beeldbuis in een kleurentelevisietoestel moet met slechts deze drie kleuren een volledig kleurbeeld kunnen weergeven. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van drie „elektronenkanonnen", die in de hals van de buis zijn ondergebracht. Deze „elektronenkanonnen" projecteren elk een elektronenbundel, respectievelijk voor rood, groen en blauw op het scherm. Het scherm zelf is opgebouwd uit een zeer groot aantal driehoekscombinaties van in de drie kleuren oplichtende fosforescerende puntjes. De constructie van de beeldbuis is zodanig dat de „rode" elektronenbundel alleen de rode fosforescerende puntjes kan raken, de blauwe bundel alleen de blauwe puntjes en de groene bundel alleen de groene puntjes. Om dit effect te bereiken, is aan de achterzijde van het scherm een „schaduwmasker" aangebracht, waarin zich boven elke combinatie van drie kleurenpuntjes een minuscuul gaatje bevindt. Afhankelijk van de hoek waaronder een elektronenbundel door zo'n gaatje wordt geprojecteerd licht de daaronder liggende rode, groene of blauwe stip op (afb. 1).
De grootste moeilijkheid bij de fabricage vormt wel de opstelling van het schaduwmasker ten opzichte van het fluorescentiescherm. Ieder gaatje in het schaduwmasker moet precies tegenover een groepje van fluorescentiepuntjes op het beeldscherm staan. Bovendien moet ieder van deze puntjes (één voor iedere hoofdkleur) op de juiste plaats staan ten opzichte van de andere twee. Dit probleem kan alleen worden opgelost door eerst een schaduwmasker te maken en daarna een erbij behorend fluorescentiescherm. Dit gaat als volgt:

Fabricage van het schaduwmasker

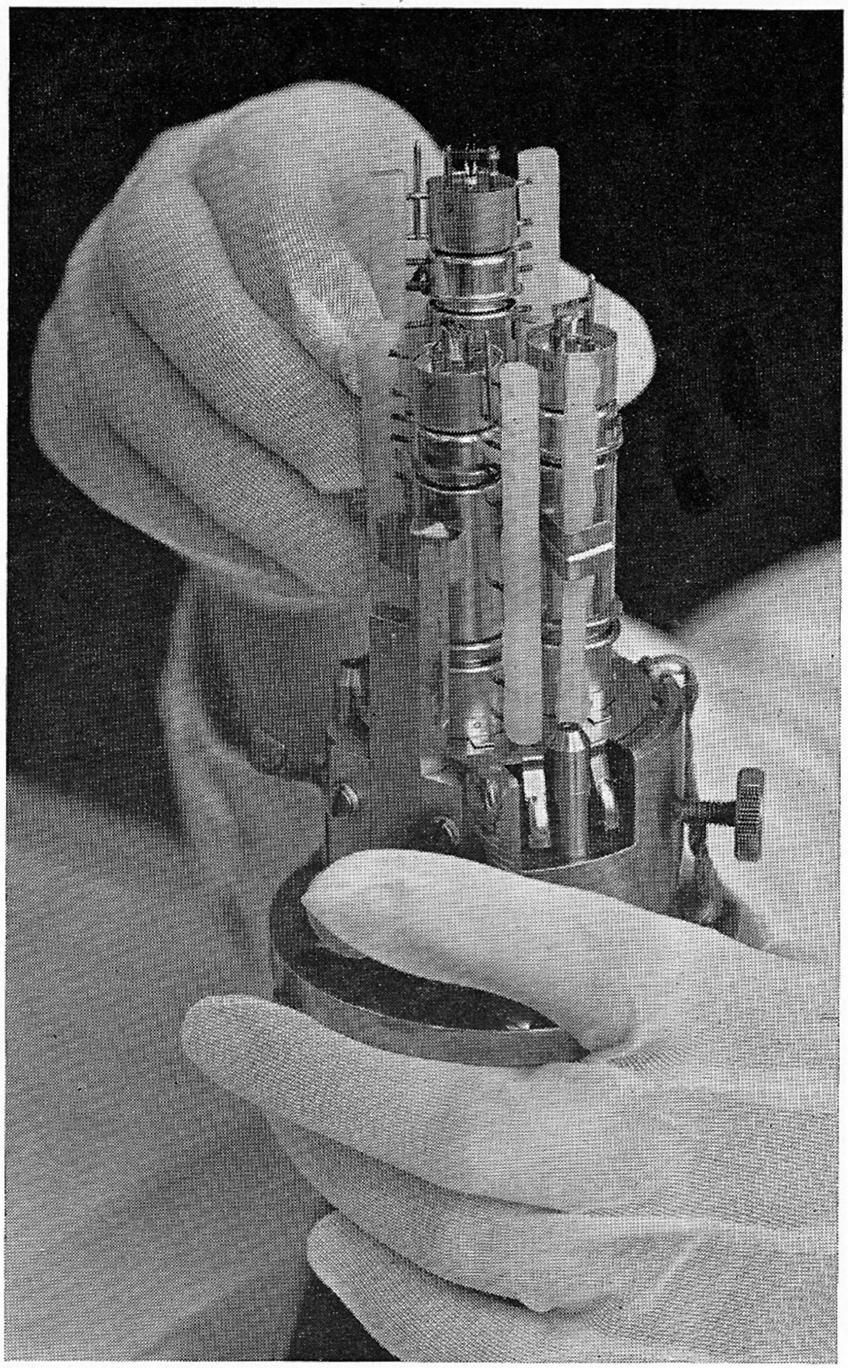
In een dunne metalen plaat worden met behulp van een fotografisch procédé circa 400.000 gaatjes geëtst. Hierbij moeten de gaten in het midden kleiner zijn dan aan de randen omdat in het midden de afbuiging van de elektronenstralen het kleinst is. Door middel van dieptrekken wordt nu aan de plaat de vereiste gewelfde vorm gegeven; daarna wordt er ter versteviging een metalen raam omheen gelast.

Fabricage van het fluorescentiescherm

Met behulp van het reeds vervaardigde schaduwmasker wordt nu de fluorescerende laag aan de binnenkant van het beeldscherm aangebracht. Op dit scherm wordt een suspensie van fluorescerend materiaal en lichtgevoelige lak aangebracht. Na het drogen van de lak wordt het scherm, door het schaduwmasker heen, belicht. Op de niet-belichte gedeelten van het scherm blijft het fluorescerende materiaal niet vastzitten en kan worden weggewassen.
Dit proces wordt driemaal uitgevoerd waarbij iedere keer gebruik wordt gemaakt van een ander fluorescerend materiaal; de eerste keer groen, dan blauw en dan rood,



Afb. 2. Opengewerkt model van een kleurentelevisie-beeldbuis.



Afb. 3. Het positioneren in een precisiemal van de drie elektronenkanonnen van een kleurentelevisiebeeldbuis en van montage in de buis zelf.

zodat aan het eind van deze bewerking de binnenkant van het scherm geheel bedekt is met een patroon van fluorescentiepuntjes.
De lichtbron staat hierbij steeds op de plaats waar straks de drie elektronenkanonnen zullen worden opgesteld. Omdat het schaduwmasker voor het inbrengen van het fluorescerende materiaal steeds uitgenomen moet worden, moest een speciale bevestiging worden ontwikkeld, waardoor de opstelling die de eerste keer wordt ingesteld, nauwkeurig telkens opnieuw kan worden verkregen. De fluorescentielaag moet alleen naar voren licht uitstralen en daarom wordt nu over deze laag een dunne aluminiumfilm opgedampt waardoor vrijwel al het licht naar de kijker toe wordt gereflecteerd.

Het samenstellen van de beeldbuis

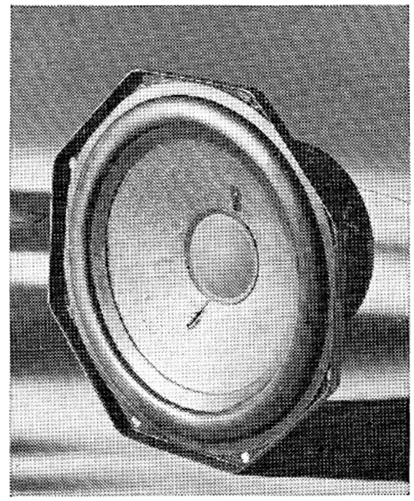
Omdat het met fluorescerend materiaal bedekte scherm niet zo sterk mag worden verhit als eigenlijk nodig is voor het aaneensmelten van frontglas en conus, worden beide delen met een dunne emaillelaag aan elkaar gekit (bij circa 440 °C). Nu wordt het elektrodensysteem ingesmolten waarbij ook weer de grootste precisie noodzakelijk is.

Na het vacuumpompen wordt het getter verdampt en de katode geactiveerd. Aan de voorkant van de beeldbuis wordt vervolgens een bevestigingsraam gekit met behulp van polyester. Na het zwart spuiten van de buitenzijde met grafiet is de buis klaar voor de eindcontrole.
Het is wel duidelijk dat serieproduktie van een dergelijke schaduwmaskerbuis geen sinecure is! Een uiterst belangrijk detail is bij voorbeeld de samenstelling van de benodigde fluorescentiepoeders. Om een optimale kleurmenging te verkrijgen, moet de golflengte van ieder van de drie hoofdkleuren binnen nauwe toleranties vastliggen. Vooral voor het vinden van een geschikt rood-oplichtend fluorescentiepoeder is jaren research nodig geweest. Ook op dit gebied is Philips dank zij de jarenlange ervaring met „TL" lampen en beeldbuizen duidelijk in het voordeel!
De resultaten van deze Philips ontwikkelingen verschenen in 1967 voor het eerst in vele duizenden huiskamers in Nederland.

Afstemcondensator voor middengolf-afstemeenheid

In de onderdelenlijst van de in nummer 6 van „Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs" gepubliceerde beschrijving van de transistor middengolf-afstemeenheid is het bestelnummer van de afstemcondensator (C2/C7) weggevallen. Deze afstemcondensator is verkrijgbaar onder nummer 2222 807 10039.

Bouw zelf een kleine luidsprekerkast voor hifi-geluidsweergave



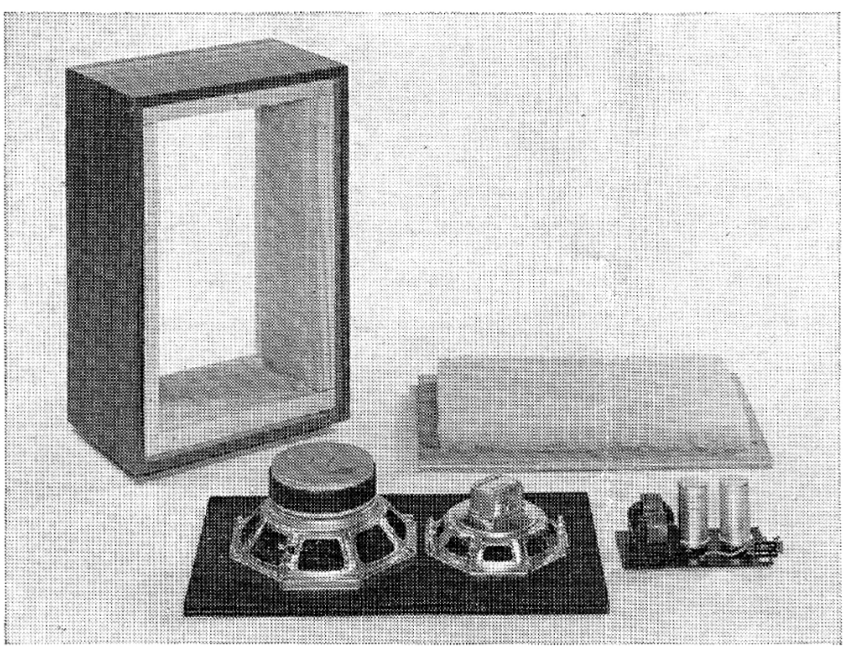
De Philips luidspreker AD 3703, speciaal ontworpen voor lagetonenweergave.

Een van de grootste moeilijkheden bij de bouw van een luidsprekerkast vormt het verkrijgen van een onvervormde lagetonenweergave. Deze moeilijkheid wordt groter naarmate het benodigde kastvolume afneemt. Toch is ook bij de zeer kleine kastinhoud van 9 liter een bijzonder goede weergave mogelijk, wanneer voor de lage tonen de speciale Philips lagetonenluidspreker AD 3703 wordt gebruikt. De AD 3703 is een luidspreker met een impedantie van 8 ohm, die in een geschikte kast met een inhoud tot 30 liter met maximaal 10 watt belastbaar is. De resonantiefrequentie is voor een luidspreker van deze afmetingen (conusdiameter slechts 14 cm) bijzonder laag: namelijk 28 Hz. Dit is vooral te danken aan de bijzondere conusophanging en de stijve conusconstructie. De zeer flexibele rubberring waaraan de conus is opgehangen maakt grote conus-uitslagen mogelijk en verzekert een uitstekende geluidsweergave met een lage harmonische vervorming. De luidspreker is met een bijzonder sterke ferroxdure-magneet uitgerust; de totale magnetische flux is 45000 Mx en de flux-dichtheid 9600 Gs.

Inbouw in een 9-literkast

Dank zij de zeer lage resonantiefrequentie kan de AD 3703 in een 9-literkast nog frequenties van ca. 50 Hz uitstekend weergeven. Voor het weergeven van hoge frequenties kan gebruik gemaakt worden van de Philips luidspreker type AD 3506 RM. Het benodigde scheidingsfilter is als onderdelenpakket R 6601 in iedere radio-onderdelenzaak verkrijgbaar. De hogetonenluidspreker AD 3506 RM moet voor de juiste aanpassing via een weerstand van 3 Ω/10 W met het scheidingsfilter worden verbonden (eventueel twee weerstanden van resp. 6,8 en 5,6 ohm, 5½ watt, parallel). De hierbij geplaatste bouwtekeningen wijzen de weg.

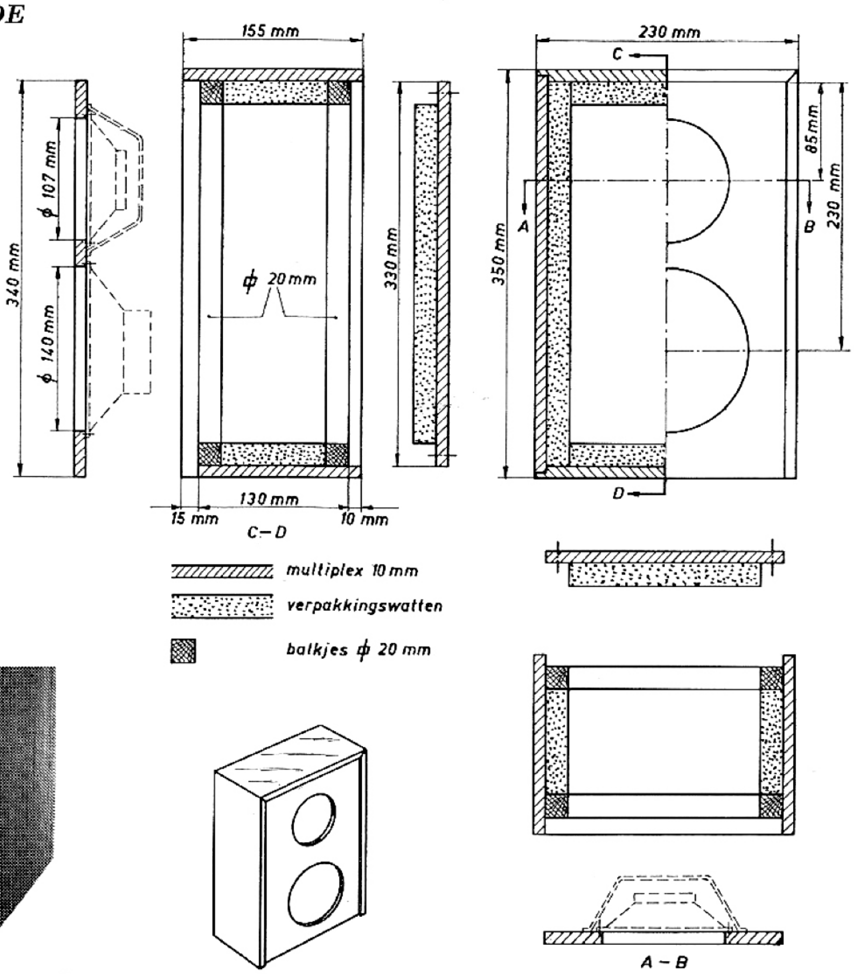
De voorgemonteerde delen van de akoestische box zijn gereed voor eindmontage.

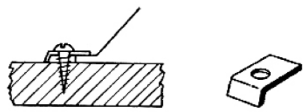


De luidsprekers kunnen op een 10 mm dikke plaat multiplex worden vastgezet met M4 boutjes met verzonken kop. Deze boutjes moeten vanaf de voorzijde worden ingestoken; de moer ligt dus op de rand van de luidspreker. Eventueel kunnen boutjes worden gebruikt waarvan de kop zich in het hout vastzet zodat de luidspreker altijd gedemonteerd kan worden zonder het doek te verwijderen. Natuurlijk kunnen voor de bevestiging ook gewone houtschroeven worden gekozen. Let er dan wel op dat deze niet aan de voorzijde uitsteken! Belangrijk is, dat in **ieder** bevestigingsgat van de luidspreker een bout of schroef wordt gedraaid om het ontstaan van een „akoestisch lek" te voorkomen.

De afmetingen van de luidsprekerkast zijn: hoogte 35 cm, breedte 23 cm en diepte 15,5 cm. Het verdient aanbeveling de voorkant van de voorplaat vóór het opspannen van het doek zwart te maken,

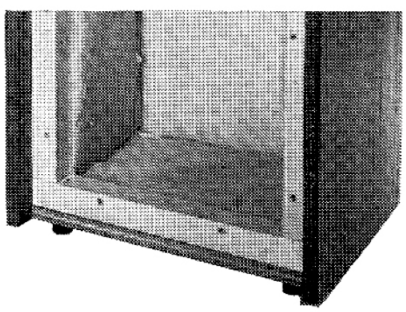
BOUWTEKENING VAN DE LUIDSPREKERKAST.





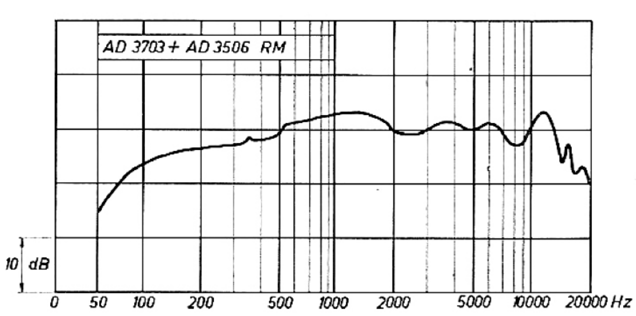
„Kikker" voor het bevestigen van de plastickap op de lagetonen luidspreker

Constructiedetail

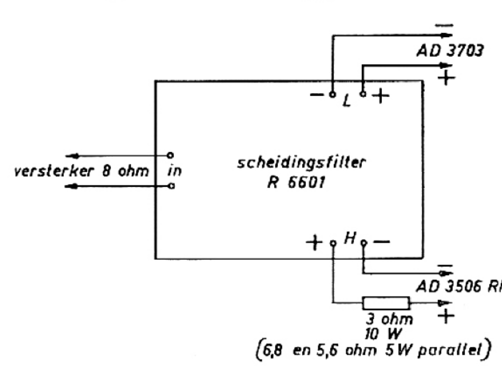


zodat later het luidsprekergat zich niet door het doek heen aftekent. Dit kan b.v. heel goed met beits. Over de achterzijde van de hogetonenluidspreker moet een kap — bij voorkeur van hard plastic — worden aangebracht die deze luidspreker hermetisch van de rest van de kast afsluit. Passende kappen of schalen zijn te vinden in winkels voor huishoudelijke artikelen. Eventueel kan een kap ook zelf van hout of zwaar karton worden gemaakt. Hij wordt bevestigd met zogenaamde „kikkers" (zie tekening); een goede afdichting wordt verkregen door een strook soepel rubber (b.v. een ventielslang) tussen kap en plank op te nemen. Neem de kap vooral niet te ruim; het volume gaat immers van het „lagetonenvolume" af! Door de speciale constructie van de lagetonenluidspreker heeft deze kleine kast een bijzonder goede geluidsweergave en een uiterst lage vervorming, ook bij hoge belastingen. Ook voor stereo-installaties is de kast — in duplo uitgevoerd — uitstekend geschikt.

Weergavekarakteristiek van de 9-literkast met AD 3703 en AD 3506 RM.



Aansluiting van het scheidingsfilter



ELEKTRONISCHE GEHEIMTAAL

Wat zijn eigenlijk weerstand, condensator, diode en transistor?

Dank zij de Philips RE, EE en IE bouwdozen is tegenwoordig iedereen in staat om zelf een eenvoudig elektronisch apparaat te bouwen. Gewoon, precies volgens de handleiding, dat weerstandje aan die condensator vastmaken en de basis van die transistor aan de anode van die diode enz. Toch zal menigeen zich vast en zeker wel eens hebben afgevraagd: wat doet een weerstand eigenlijk, of een condensator of een diode? Voordat we deze vragen gaan beantwoorden, is het nuttig eens iets te vertellen over „elektrische stroom".

Elektronen en elektronenstroom

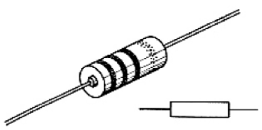
Alle stoffen zijn opgebouwd uit atomen. Atomen bestaan op hun beurt weer uit een kleiner of groter aantal minuscule deeltjes, die door natuurkrachten bij elkaar worden gehouden. Bepaalde deeltjes vormen samen een bijzonder hecht geheel, de „kern". Andere deeltjes, de „elektronen", draaien in banen om die kern. Kern en elektronen blijven bij elkaar onder invloed van elektrische krachten: zij zijn beide elektrisch „geladen"; alle elektronen bezitten eenzelfde „negatieve" lading, de kern een „positieve" lading. Omdat de kern van een gewoon atoom evenveel positief is als al de bijbehorende elektronen te zamen negatief zijn, is er naar buiten niets van een elektrische lading te merken. Een normaal atoom is stabiel doordat er een evenwicht bestaat tussen de elkaar aantrekkende krachten van de positieve kern en de daaromheen draaiende negatieve elektronen.
In sommige materialen, zoals koper, is de aantrekking tussen de kern en de elektronen in bepaalde banen te gering om van een vaste band te kunnen spreken. De betrokken elektronen wippen gemakkelijk over van het ene atoom naar het andere en bewegen zich dus in feite vrij door het materiaal. In andere stoffen, zoals glas, zijn alle elektronen dermate vast aan „hun" atomen gebonden, dat vrije elektronen praktisch niet voorkomen.
Stel nu eens, dat op een of andere manier een aantal elektronen van een voorwerp P zijn overgebracht naar een voorwerp N. Door het overschot aan elektronen is N dan negatief ten opzichte van P, dat nu een tekort aan elektronen heeft. De technicus zegt in zo'n geval, dat er een elektrische „spanning" bestaat tussen N en P. De grootte van die spanning — dus eigenlijk het verschil in elektronenbezetting — wordt uitgedrukt in volt of V.
Worden nu N en P verbonden door een koperdraad, dan zullen de elektronen via deze draad, van atoom naar atoom wippend het evenwicht herstellen. Tussen N en P loopt dus een elektronenstroom. De draad geleidt de elektronen, vandaar de algemene benaming „geleider" voor stoffen als koper. Was de draad daarentegen van glas geweest, dan was de elektronenbeweging door die draad niet mogelijk geweest. Stoffen als glas geleiden niet en heten daarom „isolator".
Het aantal elektronen dat per seconde een willekeurig punt van een geleider passeert, is een maat voor de „stroomsterkte". Om niet met duizelingwekkende getallen te hoeven werken, geven we deze in de techniek aan in ampère of A (1 A = 6.10^{18} elektronen per seconde).

Nog even terug naar de draad tussen N en P. Wanneer de negatieve lading in N en de positieve lading in P niet worden aangevuld, zal na verloop van tijd het teveel aan elektronen in N via de draad — in de vorm van elektronenstroom — zijn afgevloeid naar P. De spanning tussen N en P wordt nul en de stroom houdt op. Om de stroom te onderhouden is het dus noodzakelijk de in P gearriveerde elektronen „weg te pompen"; bij voorkeur naar N waar zij immers juist nodig zijn. Hiertoe is een tweede verbinding tussen P en N nodig waarin bovendien een inrichting is opgenomen die de beoogde pompfunctie vervult. In de praktijk worden voor het betrokken doel o.m. accu's en dynamo's gebruikt; waarvan N en P resp. als — en + pool deel uitmaken.
Een accu stuwt de elektronen steeds in dezelfde richting, uitwendig van — naar + en levert daardoor een „gelijkstroom". Bepaalde dynamotypen en andere apparaten laten de elektronen echter vele malen per seconde van bewegingsrichting veranderen, zodat er een „wisselstroom" ontstaat. Het aantal wisselingen per seconde is een maat van de „frequentie" van de wisselstroom en wordt uitgedrukt in hertz of Hz. De frequentie van het elektriciteitsnet is 50 Hz; in de elektronika spelen vaak ontzettend hoge frequenties een rol, UHF (ultra high frequency) televisiezenders bij voorbeeld werken op enige honderden miljoenen hertz.
Uiteraard is bij wisselstroom geen sprake meer van vaste + en — polen.

Weerstand

Behalve koper zijn er vele andere materialen en stoffen met een goed geleidingsvermogen, o.a. de meeste overige metalen, koolstof, zuren en zoutoplossingen. Dit wil echter nog niet zeggen dat het geleidingsvermogen in al die stoffen ook hetzelfde is. Integendeel. Koper is een van de beste geleiders, ijzer een wat minder goede, kool nog weer minder enz.
M.a.w. een ijzerdraad van bepaalde lengte en met een bepaalde diameter biedt aan de stroom meer weerstand dan een overigens gelijke koperdraad. Een en ander is gemakkelijk te begrijpen door de elektrische weerstand te vergelij-

ken met de weerstand die stromend water ondervindt in een buis. Het water gaat gemakkelijker door de buis naarmate deze korter, dikker en gladder aan de binnenkant is. Elektrische weerstand wordt uitgedrukt in ohm of Ω. Hoe meer ohms een materiaal vertegenwoordigt, hoe groter de weerstand, of hoe slechter het geleidingsvermogen. Uiteraard bezitten isolatoren en isolatiematerialen — behalve het genoemde glas o.m. ook lucht, vele kunststoffen en plastics, papier en sommige oliën — een zeer hoge weerstand. Tussen de geleiders en de isolatoren bevinden zich de halfgeleiders, waarvan op een nog te beschrijven manier gebruik wordt gemaakt.



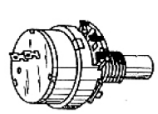
Afb. 1

Voorbeeld van een weerstand met het gebruikelijke symbool zoals dat in schema's wordt gebruikt. Met de ringen wordt door middel van een kleurcode de waarde aangegeven.

Weerstand is ook de naam van een in de elektrotechniek en de elektronika veel toegepast „onderdeel" voor het opbouwen van apparaten. Door een geschikt materiaal te kiezen en dit in een bepaalde lengte en dikte op een isolator aan te brengen, kan iedere gewenste weerstandswaarde (150 Ω, 330 kΩ = 330.000 Ω, enz) worden verkregen. Weerstanden worden in apparaten gebruikt om een elektrische spanning te verkrijgen of in stand te houden. Dit is gemakkelijk te begrijpen. Immers: zoals gezegd heeft een spanning over de uiteinden van een geleider of weerstand tot gevolg dat er een stroom doorheen gaat. Omgekeerd betekent dit dat wanneer door een weerstand een stroom wordt gestuurd, over de uiteinden van die weerstand een spanning aanwezig is. Bijzonder populair is de „koolweerstand" waarbij als weerstandsmateriaal koolstof wordt gebruikt. De weerstandswaarde is op deze weerstanden meestal aangegeven met gekleurde ringen.

Potentiometer

Een potentiometer is ook een weerstand. Hij kan bestaan uit een cirkelvormige baan weerstandsmateriaal (bv. koolstof) waarover, door aan een knop te draaien, een sleepcontact kan worden bewogen,

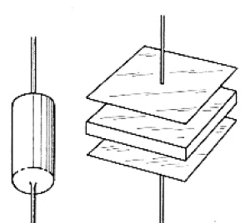


Een potentiometer

zodat een groter of kleiner deel van de weerstandsbaan kan worden benut. Een potentiometer heeft — in tegenstelling tot een gewone weerstand — drie aansluitingen: de beide uiteinden van de weerstandsbaan en het sleepcontact.
De hoeveelheid weerstand tussen de uiteinden is constant, maar de weerstand tussen het sleepcontact (de „loper") en elk van deze uiteinden is afhankelijk van de plaats van het contact op de weerstandsbaan. Door aan de knop te draaien kan die weerstand dus gevarieerd worden. Potentiometers worden vaak gebruikt als geluidssterkte- of als toonregelaar.

Condensator

Een condensator is een onderdeel, dat in principe is opgebouwd uit twee meestal evenwijdige platen van geleidend materiaal — ieder voorzien van een aansluiting — waartussen zich een isolator bevindt. Een strook papier, aan weerszijden beplakt met zilverpapier voldoet aan deze omschrijving; om het geheel gemakkelijk hanteerbaar te maken, kan die strook b.v. opgerold en in een kokertje gestopt worden.

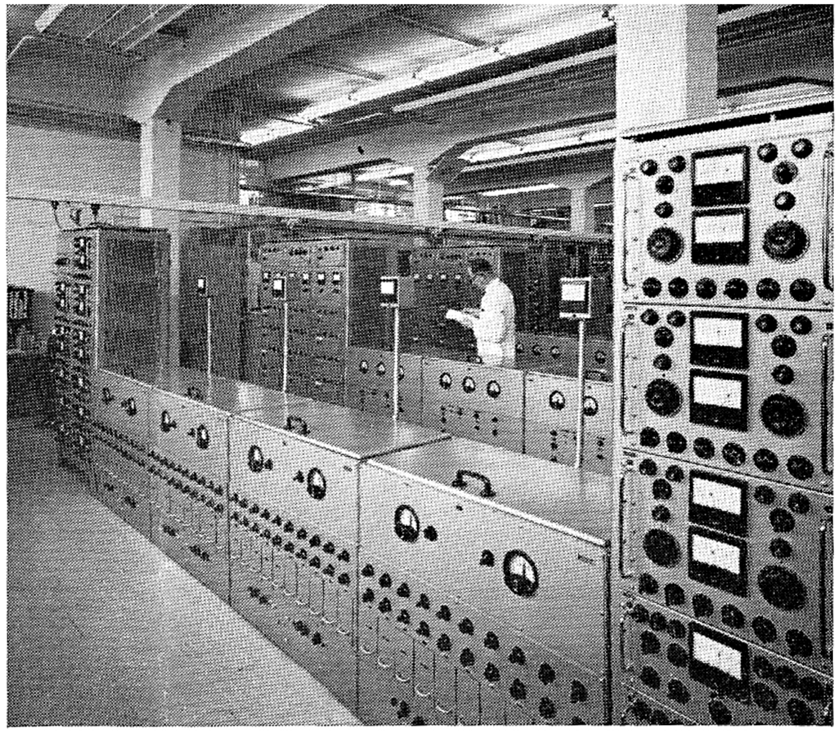


Afb. 2

links: een veel voorkomend condensator-type.
rechts: principiële opbouw van een condensator.

Omdat de platen niet geleidend zijn verbonden, kan men zich afvragen welk nut een condensator heeft; er kan immers geen stroom door. Akkoord, maar sluit die condensator nu eens aan op een accu en kijk wat er gebeurt. De +pool van de accu onttrekt via de aansluitdraad elektronen uit de met die pool verbonden plaat. In deze plaat ontstaat dus een tekort aan elektronen dat niet kan worden aangevuld vanuit de andere plaat (de isolator belemmert dat). Tegelijkertijd duwt de —pool van de accu elektronen in de andere plaat, waarin dus een teveel aan elektronen ontstaat. Over het scheidingsgebied, gevormd door de isolator, trekken de negatieve elektronen in de —plaat en de positieve (van elektronen beroofde) atomen elkaar aan. Hoe dunner de isolator is en hoe groter de oppervlakte van de platen, hoe meer elektronen zich in de —plaat ophopen en hoe meer atomen in de +plaat van elektronen worden ontdaan. Tenslotte wordt een evenwichtstoestand bereikt en de condensator is „geladen".
De lading die een condensator (de benaming is afgeleid van het latijnse woord voor „verzamelaar") kan opnemen is een maat voor de „capaciteit" en wordt uitgedrukt in farad of F. Omdat deze eenheid in de praktijk te groot is, wordt meestal uitgegaan van de een miljoen keer kleinere microfarad of μF.
Tijdens het laden worden er o.m. door de aansluitdraden elektronen verplaatst. Er loopt dan dus toch stroom, hoewel de platen niet geleidend zijn verbonden. Daar een accu gelijkstroom levert houdt die stroom natuurlijk weer op als de condensator geladen is. Zouden we echter de polen van de accu omwisselen voordat de lading is voltooid, dan herhaalt het verschijnsel zich in omgekeerde richting; de plaat die eerst — was wordt nu + enz.
M.a.w. wanneer de condensator wordt aangesloten op een wisselstroombron, dan kan de wisselstroom de condensator „passeren" als waren de platen daarvan geleidend met elkaar verbonden.
Een condensator houdt dus gelijkstroom tegen maar laat wisselstroom door — en wel beter naarmate de frequentie van de wisselstroom hoger is (meer wisselingen per seconde) en de capaciteit van de condensator groter is.

Behalve papier worden nog vele andere stoffen als isolator gebruikt, o.a. mica, kunststoffen, keramische materialen, sommige chemicaliën en lucht. Van sommige condensatoren kunnen de platen door draaiing t.o.v. elkaar worden bewogen en zo kan de capaciteit worden gevarieerd. Zulke variabele condensatoren dienen vaak als afstemmiddel in radio-ontvangers.



De ontwikkeling van halfgeleiders wordt van de oorsprong tot en met de serieproduktie begeleid door uitgebreide wetenschappelijke beproevingen. Deze automatische apparatuur wordt gebruikt bij het beproeven van verschillende typen transistors.

Halfgeleiders

Onder halfgeleiders worden de onderdelen verstaan die vervaardigd zijn van halfgeleidende materialen zoals germanium en silicium.

De atomen van germanium en silicium hebben ieder 4 elektronen in de „buitenste baan". Doordat deze buitenste baan het verst van de atoomkern is verwijderd, zijn deze 4 elektronen betrekkelijk zwak aan het atoom gebonden. Wanneer zo'n (negatief) elektron zijn atoom verlaat — b.v. door invloeden van buiten — blijven nog maar 3 elektronen in de buitenste baan over. We noemen nu de plaats waar dat vierde elektron zoëven zat een (positief) „gat". Zo'n gat probeert zichzelf op te vullen door uit een naburig atoom een elektron aan te trekken. Als dit lukt, blijft het naburige atoom met een gat zitten, dat weer opgevuld kan worden door een elektron van weer een ander atoom enz. Het gat gaat dus als het ware aan het wandelen door het materiaal en wel in een richting tegengesteld aan die van de elektronen. Gaten en elektronen worden ladingdragers genoemd. In een materiaal is het aantal vrije elektronen meestal gelijk aan het aantal gaten.

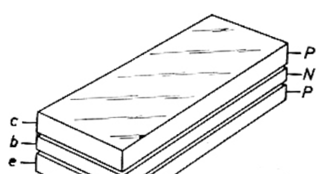
Voegt men aan zuiver germanium of silicium wat materiaal toe waarvan de atomen 5 elektronen in de buitenste baan hebben (bv. arsenicum), dan leidt dit extra elektron ertoe dat gemakkelijk vrije elektronen in het „verontreinigde" materiaal ontstaan. Men spreekt dan van N-germanium of N-silicium.

Voegt men aan het halfgeleidermateriaal een beetje indium toe — een materiaal waarvan de atomen 3 elektronen in de buitenste baan hebben — dan leidt dit tekort gemakkelijk tot het ontstaan van gaten in het materiaal en spreekt men van P-germanium of P-silicium.

In volkomen zuiver germanium of silicium bevinden zich weinig ladingdragers; het materiaal heeft dus een grote weerstand. Germanium of silicium met „P- of N-verontreinigingen" heeft een veel kleinere weerstand.

De diode

Een halfgeleiderdiode bestaat uit een laagje N-materiaal en een laagje P-materiaal die tegen elkaar aan zijn gebracht (afb 3). Het vlak waar beide materialen elkaar raken heet de grenslaag of PN-overgang. Omdat zowel het P- als het N-materiaal goede geleiders zijn, zou men verwachten dat de diode eveneens een goede geleider is. Dit is alleen maar waar voor één stroomrichting. Elektronen die van het N- naar het P-gebied willen (doordat b.v. een batterij is aangesloten met de minpool op het N-materiaal en de pluspool op het P-materiaal) kunnen gemakkelijk de grenslaag passeren op hun weg naar de pluspool die hen immers aan-



Afb. 3

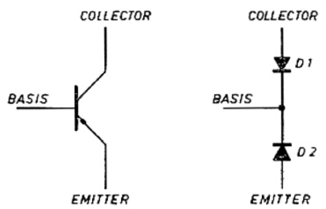
trekt. Sluiten we nu de batterij andersom aan (dus de pluspool op het N-materiaal en de minpool op het P-materiaal) dan willen de ladingdragers (vrije elektronen en gaten) zich van de grenslaag af bewegen. Uit deze grenslaag worden nu alle ladingdragers onttrokken. De grenslaag krijgt dus dezelfde eigenschappen als zuiver silicium of germanium en is een grote weerstand geworden: de diode laat nu vrijwel geen stroom door.

Doordat een diode de elektrische stroom slechts in één richting doorlaat kan hij gebruikt worden voor het omzetten van een wisselstroom in een gelijkstroom. Een wisselstroom verandert telkens van richting en de diode kan maar één stroomrichting doorlaten. Een gedeelte van de wisselstroom wordt dan geblokkeerd en de stroom die wordt doorgelaten heeft één richting en is dus in principe een gelijkstroom. De diode wordt daarom ook wel gelijkrichter genoemd. De N-kant van de diode heet katode en de P-kant anode; meestal wordt de katode aangegeven met een witte ring.

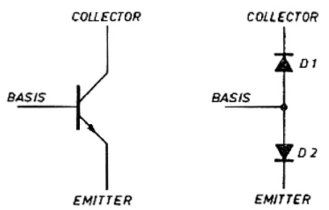
De transistor

Een transistor kan op twee manieren zijn samengesteld, namelijk uit een laagje N-materiaal tussen twee laagjes P-materiaal (PNP-transistor) of uit een laagje P-materiaal tussen twee laagjes N-materiaal (NPN-transistor). Op het eerste gezicht zou men zeggen dat een transistor hetzelfde doet als twee dioden in serie (zoals getekend in afb. 4.) Tot op zekere hoogte is dit ook zo. Wanneer van een NPN-transistor de collector met de min van een batterij wordt verbonden en de basis met de plus, dan gaat er inderdaad een stroom

lopen want D1 laat in deze richting immers stroom door. Als de batterij andersom wordt aangesloten houdt D1 alle stroom tegen. Hetzelfde geldt voor de basis en emitter. Wanneer de plus van een batterij op de basis wordt aangesloten en de min op de emitter dan laat D2 stroom door; als de bat-

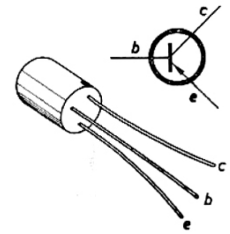


Afb. 4a. PNP-transistor



Afb. 4b. NPN-transistor

terij-aansluitingen verwisseld worden „spert" D2. Tot dusver lijkt alles normaal. Het bijzondere van een transistor is nu, dat D1 zijn stroomsperrende eigenschappen verliest wanneer gelijktijdig door D2 een stroom vloeit. Immers: het P-laagje van de NPN-transistor maakt deel uit van de beide dioden D1 en D2. Wanneer door D2 een stroom gaat, passeren de ladingdragers tevens het P-laagje van D1, waardoor deze „grenslaag" niet zal „sperren".
Een NPN-transistor wordt dan ook zo aangesloten dat D1 de elektrische stroom tegenhoudt (dus de collector is positief t.o.v. de basis); gelijktijdig wordt de basis positief gemaakt t.o.v. de emitter zodat D2 wél stroom voert. Het gevolg is, dat er toch een stroom kan vloeien van collector naar emitter doordat D1 zijn stroomsperrende eigenschappen heeft verloren. Hoe groter de stroom van basis naar emitter, hoe meer ook D1 de stroom doorlaat en hoe groter de stroom van collector naar emitter.
De transistor kan uitstekend gebruikt worden als versterker. De stroom van basis naar emitter, die nodig is om D1 te laten geleiden, is namelijk zeer klein. Een kleine stroomvariatie van basis naar emitter veroorzaakt een grote



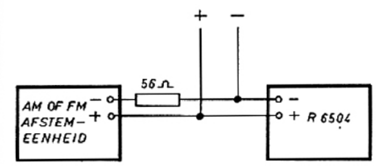
Afb. 5

Een veel voorkomend type NPN-transistor met symbool zoals dit in schema's wordt gebruikt.

variatie in de stroom van collector naar emitter. Deze stroomvariatie kan nog meer versterkt worden door hem weer aan de basis van een volgende transistor toe te voeren en daarna aan weer een transistor enz. Op deze wijze ontstaan versterkers die uit verschillende trappen bestaan.

Voeding van de AM- of FM-afstemeenheid in combinatie met een transistorversterker

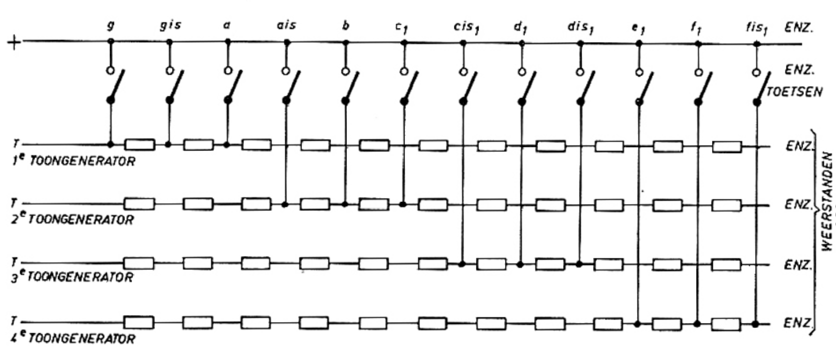
Het blijkt in sommige gevallen wenselijk te zijn om in het voedingscircuit van de AM- en FM-afstemeenheid (beschreven in nummer 5 en 6 van „Nieuws van hobbyisten en radio-amateurs") een weerstand van 56 ohm op te nemen volgens de hierbij geplaatste tekening.

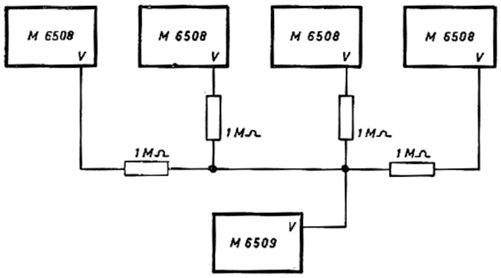


Eenvoudig elektronisch orgeltje gebouwd uit Philips onderdelenpakketten

Het spelen op een zelfgemaakt orgeltje is niet alleen voorbehouden aan ervaren en vakbekwame elektronika-amateurs. Met de muziektoongenerator uit het Philips-onderdelenpakket M 6508 kan iedereen een bijzonder aardig orgeltje bouwen dat 1,5 octaaf omvat, nl. 23 tonen van g tot en met f2. De muziektoongenerator die op iedere versterker kan worden aangesloten (b.v. op de grammofooningang van een radiotoestel), is zeer gemakkelijk te stemmen en heeft een verrassend goede klankkleur. Natuurlijk kan ook een van de versterkers uit de onderdelenpakkettenserie worden toegepast (b.v. type R 6504) in combinatie met een goede luidspreker als de AD 3416 SZ. De klank kan nog verlevendigd worden door aansluiting van de vibrato-eenheid uit het onderdelenpakket M 6509.
Met het aldus gebouwde orgeltje kan maar één toon tegelijkertijd worden gespeeld en velen zullen

Afb. 1. Bedrading van het toetsenbord bij gebruik van vier muziektoongeneratoren.





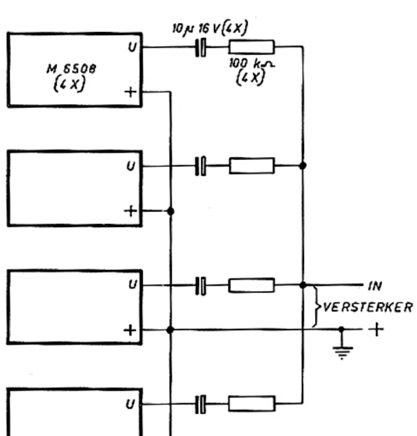
Afb. 2 Aansluiting van de vibrato-eenheid op vier muziektoongeneratoren.

dit op den duur als een beperking gaan voelen. Het is echter op betrekkelijk eenvoudige wijze mogelijk het instrument geschikt te maken voor het spelen van akkoorden, door toepassing van meer dan één toongenerator. De meest ideale en luxueuze uitvoering heeft natuurlijk één toongenerator per toets en biedt de mogelijkheid iedere willekeurige combinatie van toetsen aan te slaan. Deze oplossing is bijzonder kostbaar! Uitstekende resultaten zijn echter ook mogelijk bij toepassing van vier muziektoongeneratoren (zie afb. 1). De 23 toetsen moeten hiertoe in 4 groepen worden onderverdeeld die ieder op één toongenerator worden aangesloten. Zo bedient de eerste generator de toetsen 1, 2, 3, 13, 14 en 15, de tweede toongenerator de toetsen 4, 5, 6, 16, 17 en 18, de derde toongenerator de toetsen 7, 8, 9, 19, 20 en 21 en de vierde toongenerator de toetsen 10, 11, 12, 22 en 23. Zoals op de tekening te zien is, zijn wèl van ieder onderdelenpakket alle toetsweerstanden (270 Ω) gebruikt, maar zijn niet alle knooppunten met een toets verbonden. De elektrolytische condensator van 10 μF (16 V) en de weerstand van 100 000 Ω (¼ W) waarmee elke toongenerator met de gemeenschappelijke versterkeringang wordt verbonden, bevinden zich niet in de onderdelenpakketten, maar zijn verkrijgbaar bij iedere radio-onderdelenleverancier.

Het orgeltje dat op de beschreven wijze is opgebouwd, is geschikt voor het spelen van akkoorden, mits geen twee toetsen gelijktijdig worden aangeslagen die door dezelfde toongenerator worden bediend. Zo kunnen b.v. de toetsen 1 en 13 of 5 en 18 enz. niet gelijktijdig worden aangeslagen. Deze tonen kunnen wèl gelijktijdig ten gehore worden gebracht wanneer men afstapt van het klassieke toetsenbord en b.v. 4 rijen drukknoppen van ieder 23 stuks gebruikt en iedere rij op een afzonderlijke muziektoongenerator aansluit. Akkoorden kunnen dan worden gespeeld door (maximaal) 4 knoppen — van elke rij één — gelijktijdig in te drukken. Natuurlijk is het mogelijk om meer muziektoongeneratoren toe te passen of ze op een andere wijze te combineren. Bedenk echter wel dat op één vibrato-eenheid M 6509 maximaal 4 toongeneratoren kunnen worden aangesloten!

Het stroomverbruik van de apparaatjes is zeer gering; de toongeneratoren verbruiken 2,5 mA per stuk en de vibrato-eenheid 1 mA. In vele gevallen zal daarom volstaan kunnen worden met een klein 9 V batterijtje. Voor een meer uitgebreid instrument kunnen twee 4,5 V batterijen in serie worden geschakeld. Gebruik in ieder geval voor de toongeneratoren en vibrato-eenheid nooit dezelfde batterijen als voor de versterker. De toonvorming kan dan beïnvloed worden door het veelal variërend stroomverbruik van de versterker.

Afb. 3 Aansluiting van vier muziektoongeneratoren op een versterker. Per generator is een elektrolytische condensator van 10 μF (16 V) en een weerstand van 100 kΩ (1/4 watt) nodig.



Enkele gegevens:

Philips onderdelenpakket
M 6508 muziektoongenerator
Uitgangsspanning: max. 175 mV
Batterijspanning: 9 V
Stroomverbruik: 2,5 mA
Toongebied:
g t/m f2 (incl. halve tonen)

Philips onderdelenpakket
M 6509 vibrato-eenheid
Batterijspanning: 9 V
Stroomverbruik: 1 mA
Vibrato-frequentie: ca. 6 Hz
Geschikt voor aansluiting van maximaal 4 toongeneratoren.

Philips onderdelenpakket
R 6404 versterker 1,2 W
Batterijspanning: 9 V
Stroomverbruik: gem. 60 mA
Uitgangsimpedantie:
8 Ω (luidspreker AD 3416 SZ)
Gevoeligheid: 25 mV (in 9000 Ω)
Vermogen: 1200 mW
Frequentiegebied: 80 . . . 3500 Hz (kan worden gewijzigd naar behoefte).

Philips
AD 3416 SZ 8 Ω luidspreker
Klankbordopening:
102 mm diameter
Grootste maat: 106 mm vierkant
Diepte: 30 mm

Erratum

In het artikel „Interessante schakeling voor de automobilist: Een elektronisch gestuurde clignoteur" in nummer 6 van „Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs" (pagina 6) is een fout geslopen. Hieronder volgt de juiste tekst van de eerste alinea van de derde kolom:

Wanneer de auto met een 12-volts installatie is uitgerust moet R 2 met punt A worden verbonden. Bij een 6-volts installatie moet R 1 met punt A worden verbonden. De niet gebruikte weerstand (R 1 of R 2) kan eventueel worden weggelaten.